

圧力式海水ろ過システム YCOSシリーズ

Pressure Filtration System YCOS Series

北川欽哉 Kinya Kitagawa

●YAMAHA NUTRECO AQUATECH CO. (旧 舟艇事業部技術室)

1 はじめに

趣味で熱帯魚や金魚を飼っている人は多いと思うが、仕事で魚を飼っている人はそんなにいない。

圧力式海水ろ過システムYCOSの実験では、様々な種類の魚をヤマハ発動機株（以下、当社という）新居工場の型置き場の一角にある実験室で飼っている。例を挙げるとタイ、ヒラメ、ハマチ、アマゴ、チョウザメなど、海水淡水を問わず小さな水族館状態になっており、水質検査の一方でエサやりや餌づけに忙しく立ち働いている。そのかたわらでは、塩ビ細工でなにやら得体の知れないものを作っているという具合で、もうこんなことが2年も続き、今ではすっかり魚の気持ちの分かるようになってしまっている。といってもこれらの仕事は魚を育てるのではなく魚を生かすことである。育てるのも生かすのも同じじゃないか、といわれそうだが、ハードウェアを開発する側に立つと全く違うものになる。

2 YCOSとは

YCOSシリーズは当社が開発した、魚を生かすシステムの製品名称で、一般には“圧力式循環ろ過器”と呼ばれるもので、現在、図1に示すYCOS90（1.5t水槽用）と図2に示すYCOS300（5t水槽用）がある。具体的にどのような利用目的を想定した商品であるかを簡単に説明すると、

「長期間水交換をせずに活魚を一時的に備蓄するために水槽の水を調整する装置」ということである。



図1 YCOS90



図2 YCOS300

一般に知られている水族館や趣味の水槽と違う点を以下に示す。

- ①基本的にエサはやらない
 - ②魚の投入密度が極端に高い（6%，通常は0.5%にも満たない）
 - ③魚の滞留時間は長くても4～5日
- このようにYCOSは、機能を一時備蓄に特化して開発した商品で、ここでいう水を調整するというのは、次の6つの機能に代表される。
- ①うろこやふん、その他の浮遊物のろ過
 - ②水温を適温に保つ
 - ③アンモニアなど毒性物質の除去
 - ④Phの調整
 - ⑤溶存酸素濃度の維持
 - ⑥雑菌の繁殖と濁りの防止

それぞれに関連するハードウェアについて、項目を追って説明する。

2.1 ろ過；物理ろ過槽

前述したように、固体物またはそれに準ずる浮遊物をこし取るのがろ過の目的で、YCOSではアンスラサイトという無煙炭を使っている。これはかなり硬い材質のもので、石器の矢じりに使われた黒曜石の小さいもの（粒径2～5mm）を想像していただくと良い。ろ過に関しては様々な研究がなされており、方法も目的により千差万別である。YCOSのろ過では、上水のろ過でも使われている深層ろ過理論に基づく方法で、ろ材粒径よりもはるかに小さな物質までろ過することができる。このアンスラサイトとそれを支持する砂利をFRP製のタンクに入れて密閉し海水を通す。これを圧力式ろ過（図3）という。圧力式ろ過に対して、ポンプでくみ上げた水をろ材中に自然落下させる開放式または重力式ろ過というものがあり、これが従来一般的であった。スペースや運転効率では圧力式が勝るが、ろ材の洗浄がしにくいのが難点だったので、本機では逆洗浄をしやすいバルブ配置にし、空気によるかくはん洗浄も併用して、効率的に洗浄ができるようにした。

2.2 温度調節；温調器

水温の調節は冷却用に家庭用のコンデンシングユニット（室外機）に接続したチタンパイプと加熱用のパイプヒーターを使った熱交換機を使用しており、通常の温度設定は18℃前後である。

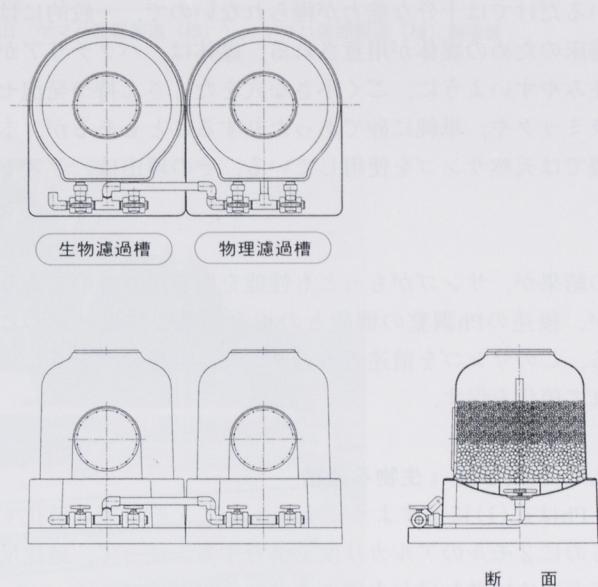
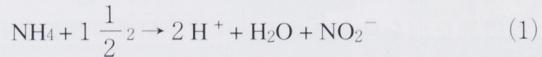


図3 圧力式ろ過

2.3 アンモニアの除去；生物ろ過槽

水槽の中には目に見えるゴミもあれば、目に見えないが魚にとっては猛毒となるものも存在する。その代表的なものがアンモニアとそれが変化した亜硝酸である。その限界濃度は、魚種やコンディションにもよるが0.5ppm程度であるが、それらを除去するためにバクテリアが一般的に使われている。ここで使うバクテリアには数種あるが、代表的なものにニトロソモナスとニトロバクターが知られている。式(1)式(2)に示すように、アンモニアを亜硝酸に、亜硝酸を硝酸塩に変化させるが、これらの過程を硝化反応という。硝化後の生成物の硝酸は前の2種に比べ100分の1程度の毒性しかないので通常問題にはならないが、甲殻類には毒となるので現状では定期的な水換えが必要である。



具体的な使用方法は、バクテリアを水中に浮遊させているだけでは十分な能力が得られないで、一般的には着床のための媒体が用意される。媒体は、バクテリアが住みやすいように、ごく小さな穴をたくさん持つ発泡セラミックや、単純に砂であったりすることもあるが、本機では天然サンゴを使用している。その理由は、テスト

の結果が、サンゴがもっとも性能を引き出せたのであるが、後述のPh調整の機能との相乗効果の結果と思われる。このサンゴを前述のろ過タンクと同様のタンクに入れて硝化を促す。

2.4 Phの調整；生物ろ過槽

Phは式(1)に示すように1モルのアンモニアを硝化するのに2モルのアルカリ度を消費する。従って、硝化反応が進めば進むほど水槽の水のPhは下がっていく。

Phは魚、特に海水魚にとって重要な環境要素であり、海水魚では一般にPhを6.5～8に維持するのが望ましい。Phに関しては、その絶対値よりも変化率の影響を強く受け、急激な変化は魚に無用なストレスを与えることになる。ストレスは魚にとっては人間以上に生存にかかわる要素であり、ストレスによりウイルス性の病気にかかりやすくなったり、代謝が増して水を必要以上に汚すことにもなる。Phはバクテリアの活性にも影響を与える。バクテリアは上限はあるもののPhの上昇につれて活性が増すので、消化能力を考えたときはPhは高め（7～7.5）に保ちたい。サンゴは海水のPhを安定させるのに有効で、海水中の炭素硬度（KH）を上げて弱アルカリに保つ作用がある。

2.5 溶存酸素濃度；泡まつ処理槽

活魚備蓄に使われる水槽には、時として水面を覆い尽くさんばかりの魚が投入されることがある。そんなときにもっとも深刻な問題になるのが、溶存酸素濃度という溶け込んでいる酸素の濃度である。溶存酸素濃度は、図4に示す泡まつ処理槽というタンクの中で、エアストーンという微細な泡を発生させるユニットにより維持される、と同時に、発生した泡に付着しているたん白質などの有機物を取り除き、ろ過槽の負荷を減らしている。

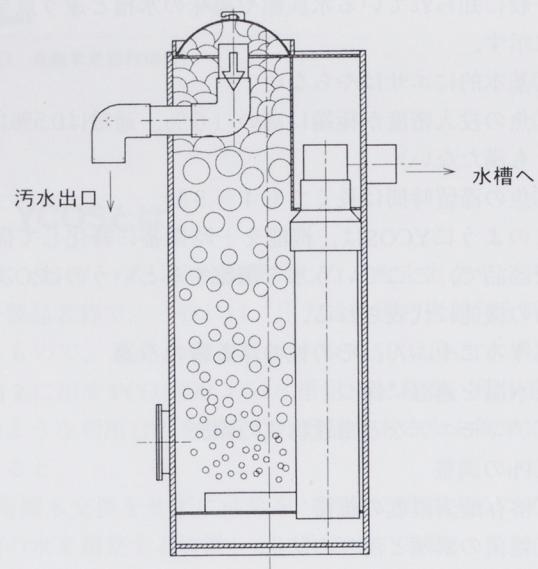


図4 泡まつ処理槽

2.6 その他

前項のほかに大腸菌を始めとする雑菌を処理する殺菌装置や、フィルタでは取れない色や濁りを取る活性炭槽、循環ポンプ、エアプロワなどがセットされてろ過システムが完成する。

3 おわりに

ろ過システムという今まで想像もしたことがない商品に、全くの门外漢の私たちが取り組んで約2年、設計にかかるからには1年がたち、基本的な開発は一息付いた観があるが、生き物を相手にするだけに奥の深さは相当なもので、将来養殖まで使えるようなものにするにはさらに専門的な知識と技術が必要になってくる。また閉鎖された環境の中で、微妙なバランスを保ちながら維持される生命のもろさは、地球全体にもいえることではあるが、空恐ろしさを感じてしまう。

●著者



北川 欽哉